Contenidos

- Naturaleza y Propagación de las Ondas Electromagnéticas.
- Principio de Superposición.
- El Espectro Electromagnético.

- Resonancia. Sonido. Mecánica de la Audición.
- Análisis de una lectura referente a Ondas y Sonido.
- Problemas de aplicación.
- Naturaleza y Propagación de las Radiaciones Ionizantes y no ionizantes.
- Los rayos alfa, beta y gamma y sus aplicaciones en la Medicina.
- Conversión de Medidas Dosimétricas. Tasa de Dosis Efectiva. Tiempo de exposición.



ONDAS

Son perturbaciones que se producen en un medio material y se propagan al transcurrir el tiempo.

La perturbación cuando se propaga depende de la posición y el tiempo.

Las ondas transportan energía y no materia.

La materia tiene una naturaleza dual, significa que puede presentarse en algunos fenómenos como partícula y en otros como onda, pero nunca como ambas a la vez. Lo mismo sucede con la luz.



ONDAS TRANSVERSALES

Cuando la perturbación de la onda es perpendicular a la dirección de propagación de la onda.

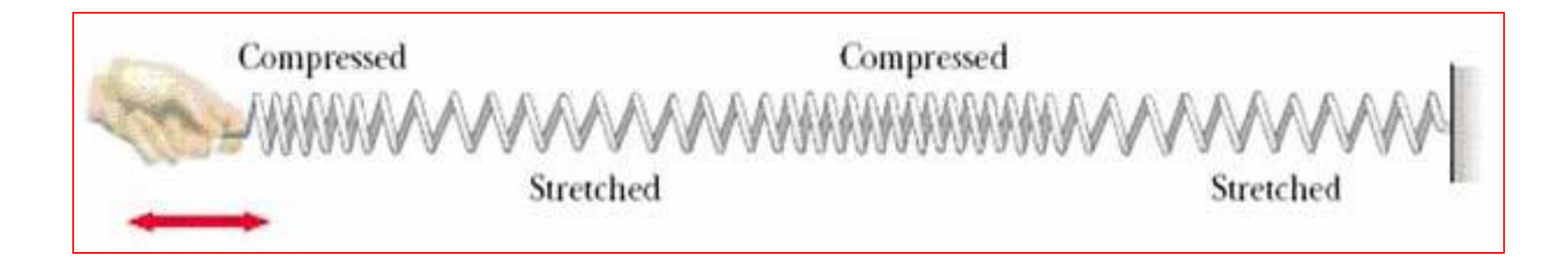
Ejemplos: Ondas en una cuerda, ondas electromagnéticas.



ONDAS LONGITUDINALES

Cuando la perturbación de la onda es longitudinal a la dirección de propagación de la onda.

Ejemplo: Ondas acústicas.





ELEMENTOS DE UNA ONDA

Velocidad de propagación: es la distancia que recorre la perturbación en una unidad de tiempo. En el SI la unidad es ms^{-1}.

$$v = \lambda f$$

donde:
λ, es la longitud de onda en m.
f, es la frecuencia en Hz (s^{-1}).

Longitud de onda: es la distancia entre dos crestas consecutivas de una misma onda o entre dos valles consecutivos. También se le conoce como periodo espacial, debido a que después de una longitud de onda, el valor de la perturbación es la misma.

Periodo: es el tiempo que transcurre para que la perturbación tenga el mismo valor. También se le conoce como periodo temporal.

Frecuencia: es el número de ondas que pasan por un punto en la unidad de tiempo.

$$f = \frac{1}{T}$$



Amplitud: es el valor máximo de la perturbación.

v

λ

A

A

x

y

λ



FRENTE DE ONDAS:

Las ondas pueden ser planas, cilíndricas o esféricas. Si tenemos una onda plana, utilizando una abertura, podemos generar ondas planas, cilíndricas y esféricas.

d

$\lambda << d$

(a)

$\lambda = d$

(b)

$\lambda >> d$

(c)

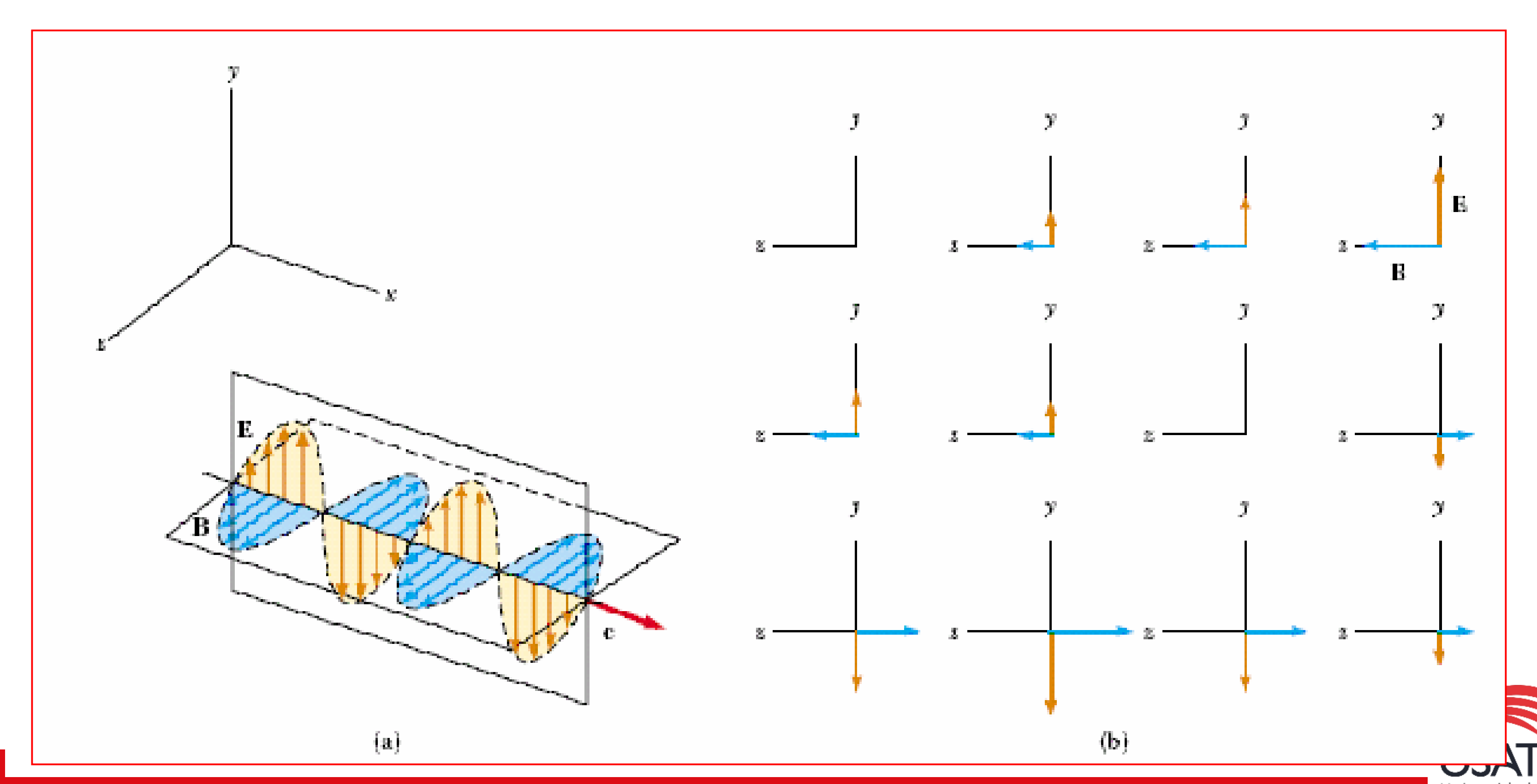


REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE ONDAS

Cuando una onda pasa de un medio a otro diferente, ocurren los fenómenos de reflexión y refracción.

REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS:

Las ondas EM son ondas transversales.



No necesitan un medio para propagarse, inclusive se propaga en el vacío.

Las ondas EM son producidos por dipolos eléctricos o magnéticos oscilantes.

Su velocidad de propagación depende del índice de refracción del medio (en el aire o vacío es 300 000 km/s).

$$v = \frac{c}{n}$$

donde:

v, es la velocidad de la onda, en ms^{-1}.

c, es la velocidad de la luz en el vacío 300 000 km/s.

n, es el índice de refracción del medio (es adimensional).

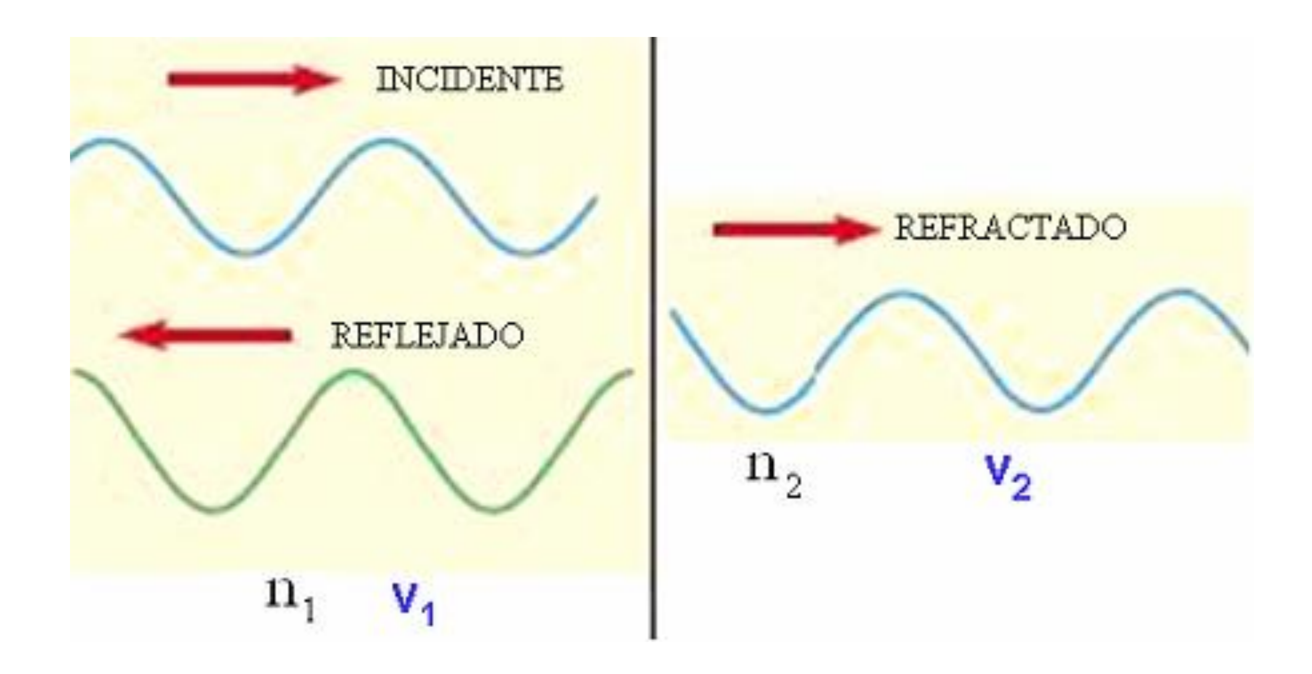


Substance	Index of Refraction	Substance	Index of Refraction
Solids at 20°C		*Liquids at 20°C*	
Cubic zirconia	2.20	Benzene	1.501
Diamond (C)	2.419	Carbon disulfide	1.628
Fluorite (CaF_2)	1.434	Carbon tetrachloride	1.461
Fused quartz (SiO_2)	1.458	Ethyl alcohol	1.361
Gallium phosphide	3.50	Glycerin	1.473
Glass, crown	1.52	Water	1.333
Glass, flint	1.66		
Ice (H_2O)	1.309	*Gases at 0°C, 1 atm*	
Polystyrene	1.49	Air	1.000 293
Sodium chloride (NaCl)	1.544	Carbon dioxide	1.000 45



El fenómeno de **reflexión y refracción** de **ondas electromagnéticas**, ocurre cuando una onda electromagnética pasa de un medio a otro de diferente índice de refracción.

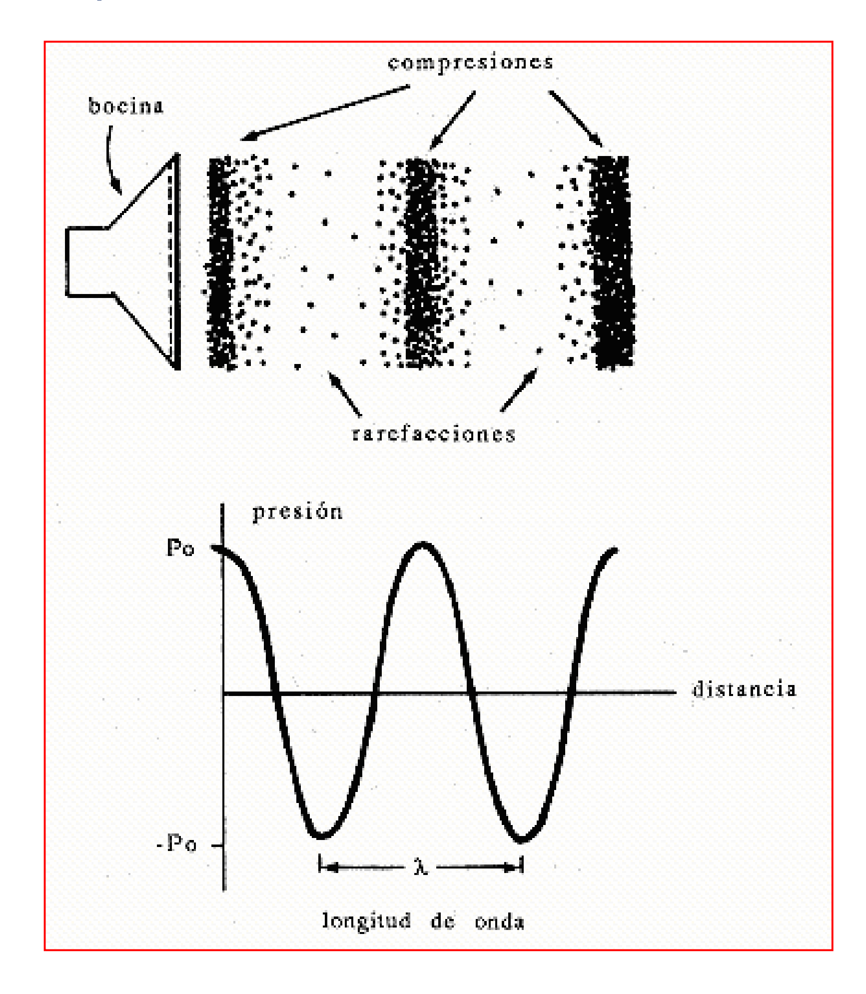
La onda reflejada tiene la misma velocidad que la onda incidente ya que se encuentra en el mismo medio.





REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE ONDAS ACÚSTICAS:

Las **ondas acústicas** son ondas longitudinales. También se les llama ondas de presión.





Necesitan un medio para propagarse, por ende no se propagan en el vacío.

El sonido es producido por las oscilaciones de las partículas de un medio.

Es una onda mecánica.

Su velocidad de propagación depende de la densidad del medio (mayor velocidad en sólidos que en líquidos que en gases).

Velocidad del sonido en m/s

Solids[a]		Liquids at 25°C		Gases	
Pyrex glass	5 640	Glycerol	1 904	Hydrogen (0°C)	1 286
Iron	5 950	Seawater	1 533	Helium (0°C)	972
Aluminum	6 420	Water	1 493	Air (20°C)	343
Brass	4 700	Mercury	1 450	Air (0°C)	331
Copper	5 010	Kerosene	1 324	Oxygen (0°C)	317
Gold	3 240	Methyl alcohol	1 143		
Lucite	2 680	Carbon tetrachloride	926		
Lead	1 960				
Rubber	1 600				

El fenómeno de **reflexión y refracción** de **ondas acústicas**, ocurre cuando una onda acústica pasa de un medio a otro de diferente densidad.

La onda reflejada tiene la misma velocidad que la onda incidente ya que se encuentra en el mismo medio, esta onda recibe el nombre de eco. Entonces podemos definir a nuestra manera lo que es la ecografía.

INCIDENTE

REFLEJADO

REFRACTADO

ρ_1 v_1

ρ_2 v_2



RANGO VISIBLE

Las ondas electromagnéticas presentan un **espectro**, que va desde menores frecuencias a mayores frecuencias.

El rango visible es una pequeñísima parte del espectro que es captada por el mecanismo de la visión.

Frequency, Hz
Wavelength
10^{22}
10^{21}
10^{20}
10^{19}
10^{18}
10^{17}
10^{16}
10^{15}
10^{14}
10^{13}
10^{12}
10^{11}
10^{10}
10^{9}
10^{8}
10^{7}
10^{6}
10^{5}
10^{4}
10^{3}
Gamma rays
X-rays
Ultraviolet
Visible light
Infrared
Microwaves
TV, FM
Radio waves
AM
Long wave
1 pm
1 nm
1 μm
1 mm
1 cm
1 m
1 km
~400 nm
Violet
Blue
Green
Yellow
Orange
Red
~700 nm



RANGO AUDIBLE

El rango de frecuencias captada por el oído humano esta entre 20 Hz y 20 kHz (rango audible).

Menores de 20 Hz (infrasonidos), como ejemplo tenemos las ondas sísmicas.

Mayores de 20 kHz (ultrasonidos). Cabe resaltar que la aplicación en medicina es la ecografía. Ahora se esta aplicando para diagnóstico y terapia.

ENERGÍA DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

La energía de las ondas electromagnéticas fue dada por Planck.

$$E = h\,f = h\frac{c}{\lambda}$$

donde:

h, es la constante de Planck ($6{,}63\text{x}10^{-34}$ Js).

f, es la frecuencia (Hz)

c, es la velocidad de la luz en el vacío (300 000 km/s)

λ, es la longitud de onda (m).

Cuando se quiere calcular la energía que debe tener una onda electromagnética para poder hacer un estudio con cierta resolución, esta resolución se iguala a la longitud de onda.

FÍSICA MODERNA



RADIACIÓN IONIZANTE Y NO IONIZANTE

El espectro electromagnético puede dividirse en dos grandes grupos, teniendo en cuenta que si la energía de la onda es capaz de ionizar a la materia. Es así como se llega a dividir en **radiación ionizante y no ionizante**. Este corte ocurre en la región ultravioleta.

Radiación electromagnética ionizante: parte superior del corte de los rayos ultravioleta, Rayos X y rayos gamma.

Radiación electromagnética no ionizante: parte inferior del corte de los rayos ultravioleta, luz visible, infrarrojo, microondas, TV, FM, AM y otras longitudes de onda largas.

En este grupo se ubica las radiofrecuencias que se utilizan para la imagen por resonancia magnética nuclear, técnica sofisticada que permite hacer estudios anatómicos y fisiológicos. Se basa en aprovechar la propiedad intrínsica de la materia que es su espín, en especial del átomo de hidrógeno, que es abundante en nuestro cuerpo.



Frequency, Hz

Wavelength

I

10^{22}
10^{21}
10^{20}
10^{19}
10^{18}
10^{17}
10^{16}
10^{15}
10^{14}
10^{13}
10^{12}
10^{11}
10^{10}
10^{9}
10^{8}
10^{7}
10^{6}
10^{5}
10^{4}
10^{3}

NI

Gamma rays

X-rays

Corte

Ultraviolet

Visible light

Infrared

Microwaves

TV, FM

Radio waves

AM

Long wave

1 pm

1 nm

1 μm

1 mm

1 cm

1 m

1 km

~400 nm

Violet

Blue

Green

Yellow

Orange

Red

~700 nm

Podemos ver entonces del espectro electromagnético



Frecuencia (Hz)	Longitud de onda	Energía del fotón	Propiedades
1.0×10^5 3.0×10^{10}	3 Km 0.01 m	413 peV 124 μ eV	**Ondas de radio.** Desde la onda larga hasta la onda ultracorta de Radar. Se producen en las oscilaciones eléctricas y se detectan por equipos electrónicos (antenas). Pasan a través de los aislantes y son reflejadas por los conductores eléctricos.
3.0×10^{12} 3.0×10^{14}	100 μm 1 μm	12.4 meV 1.24 eV	**Radiación infrarroja**. Se produce por las vibraciones moleculares y por las excitaciones de los electrones más externos de los átomos. Se detectan con dispositivos de calor y película. La mayor parte de los sólidos son opacos a esta radiación.
4.3×10^{14} 7.5×10^{14}	700 nm 400 nm	1.77 eV 3.1 eV	**Luz visible** desde el rojo al violeta. Producida por los electrones más externos de un átomo. Generada por lámparas y descargas eléctricas en tubos de gas. Detectada por película, células fotoeléctricas y por el ojo.
7.5×10^{14} 3.0×10^{16}	400 nm 10 nm	3.1 eV 124 eV	**Luz ultravioleta**. Producida por los electrones más externos del átomo. Detectada por película, contadores Geiger y cámaras de ionización. Produce eritema en la piel, mata microorganismos y es agente en la producción de la vitamina D.
3.0×10^{16} 3.0×10^{18}	10 nm 100 pm	124 eV 12.4 KeV	**Rayos X blandos**. Producidos por los electrones internos del átomo. Detectados por película, contadores Geiger y cámaras de ionización. No utilizados en radiología por su escaso poder de penetración.
3.0×10^{18} 3.0×10^{19}	100 pm 10 pm	12.4 KeV 124 KeV	**Rayos X** de diagnóstico y terapia superficial.
3.0×10^{19} 3.0×10^{20}	10 pm 1 pm	124 KeV 1.24 MeV	**Rayos X** de terapia profunda y rayos gamma de procesos radiactivos.
3.0×10^{21}	100 fm	12.4 MeV	Radiación de aceleradores lineales o betatrones pequeños.
3.0×10^{22}	10 fm	124 MeV	Radiación de acelerador lineal grande (investigación).
3.0×10^{23}	1 fm	1.24 GeV	Producida por sincrotones de protones o aceleradores lineales grandes y por el Sol (rayos cósmicos).



RAYOS X Y RADIOACTIVIDAD

Dos descubrimientos que marcaron un hito en la aplicación de la física a la medicina, por los que se les galardonó a sus descubridores con sus respectivos premios Nóbel.

Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), descubrió los Rayos X en 1895, en la Universidad de Würzburg. Es el primer Premio Nóbel en Física (1901). No patentó su descubrimiento.

Los Rayos X, se producen cuando electrones (proyectil) acelerados interaccionan con la materia (blanco).

Los Rayos X pueden ser:

Rayos X característicos, cuando interaccionan con el electrón del átomo blanco (utilizados mayormente en Radiodiagnóstico, su energía llega hasta 150 keV).

Rayos X por frenado cuando interaccionan con el núcleo del átomo blanco (uso en Radioterapia, su energía es del orden de los MeV).

La radioactividad natural fue descubierta por Henri Becquerel en 1896.
Es la emisión espontánea de radiación, directamente desde un núcleo inestable ó como consecuencia de una reacción nuclear.
Puede ser en forma de partículas (α, β) ó radiación electromagnética (γ).

Rayos alfa (α): son poco penetrantes, ya que los detiene una hoja de papel. Consisten en un flujo de partículas, cada una de ellas con dos protones y dos neutrones (núcleos de helio).

Rayos beta (β): son más penetrantes que los alfa, aunque los para una lámina metálica. Consisten en un flujo de electrones.

Rayos gamma (γ): son más penetrantes, no se pueden detenerlos solo atenuarlos se necesita una pared gruesa de plomo o de concreto. Son radiaciones electromagnéticas altamente energéticas, con longitudes de onda comprendidas entre 10^{-10} m y 10^{-13} m.

Podemos decir entonces que la diferencia entre rayos X y rayos gamma, es su origen, el primero es atómico y el segundo nuclear.




USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo



Lic. Henry A. Maco Santamaria.
hmaco@usat.edu.pe

http://www.facebook.com/usat.peru

https://twitter.com/usatenlinea

https://www.youtube.com/user/tvusat

https://plus.google.com/+usateduperu

